# WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:

B01D 61/48

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 95/32791

**A1** 

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:

7. December 1995 (07.12.95)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE95/00696

(22) Internationales Anmeldedatum:

23. Mai 1995 (23.05.95)

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,

(30) Prioritätsdaten:

Y

P 44 18 812.9

30. Mai 1994 (30.05.94)

DE

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH [DE/DE]; Wilhelm-Johnen-Strasse, D-52425 Jülich (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NEUMEISTER, Herbert [DE/DE]; Kopernikusstrasse 10, D-52428 Jülich (DE). FURST, Leander [DE/DE]; Heinsberger Strasse 10, D-52428 Julich (DE). FLUCHT, Reinhold [DE/DE]; Rochusstrasse 17, D-52428 Jülich (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **FORSCHUNGSZENTRUM** JÜLICH GMBH; Rechts- und Patentabteilung, D-52425 Jülich (DE).

(54) Title: SINGLE AND MULTIPLE ELECTROLYTIC CELLS AND ARRAYS OF SUCH CELLS FOR DEIONIZING AQUEOUS SOLUTIONS

(54) Bezeichnung: EINFACH- UND MEHRFACHELEKTROLYSEZFLLEN SOWIE ANORDNUNGEN DAVON ZUR ENTION-ISIERUNG VON WÄSSRIGEN MEDIEN

(57) Abstract

Described is an electrochemical cell for the deionization of ageuous solutions, the cell being equipped with an inlet and outlet for the solution to be deionized, plus supply and discharge pipes for the brine flow. The cell is also equipped with an ion exchanger and with electrodes linked on the inside to electrode spaces between which, separated by membranes, a brine space is located. The aim of the invention is to provide an electrochemical cell of this kind which can be controlled and regulated directly by means of the applied electric field and the applied electric current. To this end, the brine space is directly adjacent to the electrode spaces and the electrode spaces and the electrode spaces are filled with ion-exchange material, the cathode space containing an anion exchanger and the anode space containing a cation exchanger. In addition, the electrodes are in direct contact with the anionexchange resin and cation-exchange resin beds. Multiple electrolytic cells consist of at least two cells of the type described which are disposed next 3

to each other. Either the electrode spaces of the same type of electrode or the electrode spaces of different electrodes are located next to each other and have a common electrode, the electrode spaces being separated from each other by a bipolar membrane or a bipolar electrode.

#### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf Einfach- und Mehrfachelektrolysezellen sowie auf Anordnungen davon zur Entionisierung von wäßrigen Lösungen. Dafür ist eine elektrochemische Zelle ausgestattet mit Zu- und Abläufen für die durch Ionenaustausch zu behandelnde Lösung sowie mit Solestromzuführung und -ableitung. Sie ist ferner ausgestattet mit Ionenaustauscher und mit Elektroden, an die sich nach innen die Elektrochemische Zelle dieser Art, die durch das angelegte elektrische Feld und den angelegten elektrischen Strom direkt kontrolliert und geregelt werden kann. Hierzu grenzt der Soleraum unmittelbar an die Elektrodenräume an, und die Elektrodenräume sind mit Ionenaustauschermaterial gefüllt, wobei der Kathodenraum Anionenaustauscher und der Anodenraum Kationenaustauscher enthält. Weiterhin befinden sich die Elektroden in direktem Kontakt mit den Anionen- und Kationenaustauscherharzbetten. Mehrfachelektrolysezellen bestehen aus mindestens zwei Zellen der genannten Art, die nebeneinander derart angeordnet sind, daß entweder gleichen Elektroden zugeordnete Elektrodenräume nebeneinander liegen und eine gemeinsame Elektrode besitzen oder unterschiedlichen Elektroden zugeordnete Elektrodenräume nebeneinander liegen und diese durch eine bipolare Membran oder eine bipolare Elektrode voneinander getrennt sind.

#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neusceland
BJ	Benin	1E	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT.	Portugal
BY	Belarus	<b>J</b> P	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya .	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldan	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

WO 95/32791 PCT/DE95/00696

# Beschreibung

Einfach- und Mehrfachelektrolysezellen sowie Anordnungen davon zur Entionisierung von wässrigen Medien

Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrochemische Zelle gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1, auf Mehrfachelektrolysezellen sowie auf Anordnungen von Einfach- und Mehrfachelektrolysezellen.

5

10

15

20

25

Für die Entionisierung von wäßrigen Lösungen, insbesondere bei der Herstellung von Reinstwasser, sind heute Elektrodialysezellen mit Mischbett-Technik in Gebrauch. Dabei ist eine Elektrodialyseeinheit gemäß der europäischen Patentanmeldung 0 170 895 so konzipiert, daß zwischen Kathode und Anode Kanäle ausgebildet sind, die voneinander durch kationen- und anionenpermeable Membranen getrennt sind. Die jeweils an den beiden seitlichen Enden der Zelle angeordneten Elektrodenräume sind als Soleräume ausgebildet, die einen Solestrom führen. Auf beide Solekanäle folgt zum Inneren der Zelle hin jeweils ein mit Ionenaustauscher gefüllter Raum, die ein Mischbett aus sowohl Anionen- als auch Kationenaustauscherharz enthalten. Beide Harzkanäle werden wiederum durch einen in der Mitte der Elektrodialyseeinheit angeordneten Solekanal voneinander getrennt (vgl. auch GIT Fachz. Lab. 3/94, S. 190-198). Eine solche Elektrodialysezelle läßt sich erweitern, indem zwischen den als Soleräumen ausgebildeten Elektrodenräumen weitere Harz- und Solekanäle in alternierender Folge zwischengeschaltet

10

15

20

25

30

35

werden.

Derartige mit Mischharzen gefüllte Elektrodialysezellen haben jedoch den Nachteil, daß eine elektrochemische Regeneration des Ionenaustauscherbettes nur gewährleistet ist, wenn Wasser in Protonen und Hydroxylionen dissoziiert.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine elektrochemische Zelle zu schaffen, die durch das angelegte elektrische Feld und den angelegten elektrischen Strom direkt kontrolliert und geregelt werden kann. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, Mehrfachelektrolysezellen sowie Anordnungen von Einfach- und Mehrfachelektrolysezellen zu schaffen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Elektrodenräume mit Ionenaustauschermaterial gefüllt sind, und zwar der Kathodenraum mit Anionenaustauscher und der Anodenraum mit Kationenaustauscher, und daß sich die Elektroden in direktem Kontakt mit den Anionen- bzw. Kationenaustauscherharzbetten befinden, und daß weiterhin der Soleraum unmittelbar an die Elektrodenräume angrenzt. Dies hat zur Folge, daß die zur Regeneration der Harzbetten nötigen H<sup>+</sup>- bzw. OH<sup>-</sup>-Ionen direkt im Harzbett erzeugt werden und dadurch den entsprechenden Ionenaustauscher regenerieren, was einen kontinuierlichen Betrieb der Zelle ermöglicht und eine elektrochemische Regeneration der Harzbetten vom Eingang bis Ausgang der Harzkammern bewirkt. Die Regeneration und der stationäre Beladungszustand des Harzes kann bei der erfindungsgemäßen Zelle durch Variation der angelegten Stromdichte kontrolliert und geregelt werden. Weiterhin ist die erfindungsgemäße Zelle durch den vereinfachten Zellaufbau mit nur weni-

20

25

30

35

gen Zellräumen und nur wenigen Membranen sehr bedienungs- und wartungsfreundlich.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Zelle besteht darin, daß durch die Entwicklung oxidativer Gase an den Anoden direkt im Hauptstrom des zu behandelnden Wassers eine mögliche Keimbildung im Harzbett und im Reinstwasser vermieden oder vermindert wird.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Zelle besteht darin, daß durch Umsetzung von gelöstem Sauerstoff an den Kathoden Anionenaustauscherharze, insbesondere solche mit quarternären Trimethylammoniumgruppen gegen oxidativen Abbau geschützt werden. Der entstehende Wasserstoff an den Kathoden verstärkt diese Wirkung noch.

Die erfindungsgemäße elektrochemische Zelle kann weiterhin zu einer Mehrfachelektrolysezelle ausgebaut werden, indem mindestens zwei der Zellen derart nebeneinander angeordnet werden, daß gleichen Elektroden zugeordnete Elektrodenräume nebeneinander liegen und eine gemeinsame Elektrode besitzen oder daß unterschiedlichen Elektroden zugeordnete Elektrodenräume nebeneinander liegen und diese durch eine bipolare Membran oder eine bipolare Elektrode voneinander getrennt sind. Derart aufgebaute Mehrfachelektrolysezellen sind insbesondere von Vorteil für eine effektive Nutzung der Elektroden. Es kann allein durch Hinzufügen einer Elektrode und zweier Ionenaustauschermembranen die Kapazität der Zelle verdoppelt werden. Durch den Aufbau von Mehrfachelektrolysezellen wird ebenfalls die örtliche Stromdichte über die Kammerlänge konstanter gehalten. Weitere, vorteilhafte Ausgestaltungen sind Mehrfachelektrolysezellen, die aus einer beliebigen Kombination WO 95/32791

von Zellen mit Elektrodenräumen, die eine gemeinsame Elektrode besitzen, und solchen, die durch eine bipolare Membran oder eine bipolare Elektrode voneinander getrennt sind, bestehen.

5

10

25

Weiterhin können die erfindungsgemäßen Einfach- oder Mehrfachelektrolysezellen in beliebiger Kombination in Serie hintereinandergeschaltet werden. Derartige Schaltungen haben die vorteilhafte Wirkung, daß in den verschiedenen Zellen unterschiedliche Stromdichten angelegt werden können, so daß beide Zellen jeweils unter der Grenzstromdichte betrieben werden können. Dadurch ist eine verbesserte Stromausbeute des Systems gegeben.

15 Ein weiterer Vorteil von in Serie geschalteten
Mehrfachelektrolysezellen besteht darin, daß zwischen
den Zellen ein solcher räumlicher Abstand aufgebaut
werden kann, daß die Teilentionisierung in einer Zentralstation und die Vollentionisierung zu Reinstwasser
20 nahe am Endverbraucher durchgeführt wird.

Wenn zudem die Solezuführung im Hinblick auf die miteinander kombinierten Elektrolysezellen im Gegenstrom zu der durch Ionenaustausch zu behandelnden Lösung erfolgt, führt dies außerdem zu der vorteilhaften Wirkung, daß durch Verminderung der Rückdiffusion in der zweiten Elektrolysezelle die Reinstwasserqualität verbessert wird.

Vorzugsweise wird desweiteren die Solezuführung vom Zulauf für die durch Ionenaustausch zu behandelnde Lösung
abgezweigt. Dies hat den Vorteil, daß der Solestrom
nach dem Durchströmen der Soleräume wieder der zu behandelnden Lösung in einer Vorbehandlungsstufe zugeführt werden kann und damit die Entstehung von Soleab-

10

15

20

25

30 .

35

wasser vermieden wird.

Zusätzlich werden die den Solestrom führenden Soleräume der erfindungsgemäßen Zellen mit netzartigem Spacer und/oder mit Ionenaustauscherharz(en) gefüllt, wobei das Ionenaustauscherharz sowohl Anionenaustauscherals auch Kationenaustauscherharz oder auch ein Mischung von beiden sein kann. Durch die Harzfüllung wird die Ionenleitfähigkeit im Soleraum erhöht und dadurch die Gesamtzellspannung wesentlich vermindert. Nach Beendigung des Deionisationsprozesses kann der Solestrom dann in eine Vorbehandlungsstufe zurückgeführt werden, z.B. auf den Eingang einer vorgeschalteten Umkehrosmose, so daß letztendlich nur entionisiertes Medium entsteht und das Verhältnis von Reinstwasser zu Rohwasser verbessert wird.

Eine weitere vorteilhalfte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Zellen ist, daß die Membranen, die die Soleräume von den Elektrodenräumen trennen, Anionenaustauscher- und Kationenaustauschermembrane sind.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden im folgenden näher erläutert:

Figur 1 zeigt eine einfache elektrochemische Zelle, bei der der Kathodenraum 1 mit Anionenaustauscher und der Anodenraum 3 mit Kationenaustauscher gefüllt ist. An Kathodenraum 1 und Anodenraum 3 grenzt unmittelbar der Soleraum 2 an, der von den beiden Elektrodenräumen durch die Anionenaustauschermembran 4 und die Kationenaustauschermembran 5 getrennt ist. Über den Zulauf 6 wird die zu behandelnde Lösung zunächst durch den Kathodenraum 1 über den dort enthaltenden Anionenaustau-

scher und anschließend durch den Anodenraum 3 über den dort enthaltenden Kationenaustauscher geleitet. Das entionisierte Medium wird schließlich über den Ablauf 7 abgeführt. Vom Zulauf 6 des Hauptstroms zweigt die Solezuführung 8 ab, über die der Solestrom durch den Soleraum 2 geleitet wird. Dort nimmt der Solestrom die durch die Membranen 4 und 5 durchtretenden Anionen bzw. Kationen auf, die anschließend mit dem Solestrom über die Ableitung 9 abgeführt werden.

10

15

20

25

30

5

In Figur 2 sind 2 Zellen der in Figur 1 gezeigten Zelle so nebeneinander angeordnet, daß zwei Anodenräume nebeneinander liegen und eine gemeinsame Anode besitzen. Der dadurch entstandene Anodenraum 3 wird von den beiden Kathodenräumen 1,1' durch die beiden Soleräume 2,2' getrennt, wobei die Räume untereinander wiederum durch die Anionenaustauschermembranen 4, 4' und die Kationenaustauschermembranen 5, 5' abgegrenzt werden. Weiterhin ist beispielhaft skizziert, wie Haupt- und Solestrom durch eine solche Mehrfachelektrolysezelle geleitet werden können: Im dargestellten Fall wird über den Zulauf 6 die zu behandelnde Lösung im Gleichstrom zunächst durch beide Kathodenräume 1, 1' geleitet. Beide Teilströme werden anschließend wieder zu einem Hauptstrom zusammengeführt, der im Anodenraum 3 weiter deionisiert und schließlich über den Ablauf 7 abgeleitet wird. Der vom Zulauf 6 des Hauptstroms über die Zuführung 8 abgezweigte Solestrom wird zunächst durch den Soleraum 2 und anschließend durch den Soleraum 2' geleitet, so daß der Durchfluß dieses Stromes im Hinblick auf den Hauptstrom sowohl im Gleich- als auch im Gegenstrom erfolgt.

35 Die in Figur 2 gezeigte Mehrfachelektrolysezelle kann

PCT/DE95/00696

5

10

15

20

25

30

je nach Bedarf weiter ausgebaut werden, indem eine oder mehrere der in Figur 1 dargestellten Zelle so zugefügt werden, daß weitere, gleichen Elektroden zugeordnete Elektrodenräume nebeneinander liegen und eine gemeinsame Elektrode besitzen, so daß Kathoden- und Anoden-raum in alternierender Weise aufeinanderfolgen und jeweils durch Soleräume voneinander getrennt werden.

Die in Figur 3 dargestellte Mehrfachelektrolysezelle unterscheidet sich von der in Figur 2 gezeigten Zelle insofern, als dort zwei Zellen gemäß Figur 1 so nebeneinander angeordnet sind, daß an den Anodenraum 3 direkt der Kathodenraum 1' der angefügten Zelle anschließt, wobei beide Räume durch eine bipolare Membran 10 oder eine bipolare Elektrode 10 voneinander abgegrenzt sind. Auch in dieser Zeichnung ist beispielhaft der Durchfluß von Haupt- und Solestrom durch die einzelnen Räume der Zelle skizziert: Im hier dargestellten Fall erfolgt die Leitung der Ströme durch die Kammern der Zelle in alternierender Weise.

Auch die in Figur 3 dargestellte Mehrfachelektrolysezelle kann weiter ausgebaut werden, indem ein oder mehrere weitere Zellen gemäß Figur 1 in entsprechender Weise zugefügt werden.

Desweiteren können Zellen gemäß Figur 1 sowohl nach dem in Figur 2 als auch in Figur 3 dargestellten Prinzip aneinandergefügt werden, so daß Mehrfachelektrolysezellen entstehen, in denen sowohl gleichen Elektroden zugeordnete Elektrodenräume mit gemeinsamer Elektrode als auch unterschiedlichen Elektroden zugeordnete Elektrodenräume, die durch ein bipolares Element voneinander getrennt sind, nebeneinander liegen.

10

15

20

25

30

In Figur 4 sind 2 der in Figur 2 dargestellten Zellen hintereinander geschaltet. Dabei wird der Hauptstrom der zu behandelnden Lösung zunächst durch die Zelle I wie bereits in Figur 2 dargestellt und oben beschrieben geleitet. Nach Deionisierung des Mediums im Anodenraum 3 wird der Strom zur Zelle II geleitet und durchströmt diese in gleicher Weise wie Zelle I. Die Solezuführung erfolgt dagegen im Hinblick auf die beiden miteinander kombinierten Zellen im Gegenstrom zum Hauptstrom, d.h. der vom Hauptstrom abgezweigte Solestrom wird zunächst zur Zelle II geleitet. Dort durchströmt der Solestrom die beiden Soleräume 2 und 2' im Gleichstrom, wird danach der Zelle I zugeleitet und durchströmt dort ebenfalls die beiden Soleräume im Gleichstrom. Bei einer konkreten Ausführung gemäß Figur 4 betrug der Hauptstrom 6 durch die Zellen I und II 130 l/h. Die Leitfähigkeit am Eingang betrug etwa 30  $\mu$ s/cm, am Ausgang der Zelle I 0,8 - 0,5  $\mu$ s/cm und am Ausgang 7 der Zelle II 0,055 µs/cm (25°C). Der Solestrom 8 betrug etwa 10 l/h mit einer Leitfähigkeit von ca. 150 μs/cm. Dieser Teilstrom kann über eine vorgeschaltete UO-Anlage wieder in den Prozess zurückgeführt werden. Die an die Zellen I und II angelegten elektrischen Ströme betrugen 5 und 1 Ampere bei Harzvolumina von 0,8 l für Anionen- und Kationenharz pro Zelle.

In den Figuren 5 und 6 sind weitere Möglichkeiten der Hauptströmungsführung durch hintereinandergeschaltete Zellen dargestellt, wobei der Hauptstrom gemäß Figur 5 über den Kathodenraum und gemäß Figur 6 über den Anodenraum zugeleitet wird. Selbstverständlich sind die dargestellten Hauptströmungsführungen durch die hintereinandergeschalteten Zellen in beliebiger Weise kombinierbar.

PCT/DE95/00696

5

10

15.

### Patentansprüche

1. Elektrochemische Zelle zur Entionisierung von wäßrigen Lösungen durch Ionenaustausch, ausgestattet mit Zu- (6) und Abläufen (7) für die durch Ionenaustausch zu behandelnde Lösung sowie mit Solestromzuführung (8) und -ableitung (9), ferner ausgestattet mit Ionenaustauscher und mit Elektroden, an die sich nach innen die Elektrodenräume, Kathoden- und Anodenraum (1,3), anschließen, zwischen denen sich, durch Membranen (4,5) getrennt, ein Soleraum (2) befindet, dadurch gekennzeichnet, daß der Soleraum (2) unmittelbar an die Elektrodenräume (1, 3) angrenzt und die Elektrodenräume mit Ionenaustauschermaterial gefüllt sind, wobei der Kathodenraum (1) Anionenaustauscher und der Anodenraum (3) Kationenaustauscher enthält und sich die Elektroden in direktem Kontakt mit den Anionen- und Kationenaustauscherharzbetten befinden.

20

25

3.

- 2. Mehrfachelektrolysezelle, bestehend aus mindestens 2 Zellen gemäß Anspruch 1, die nebeneinander derart angeordnet sind, daß gleichen Elektroden zugeordnete Elektrodenräume nebeneinander liegen und eine gemeinsame Elektrode besitzen.
- Mehrfachelektrolysezelle, bestehend aus mindestens 2 Zellen gemäß Anspruch 1, die nebeneinander derart angeordnet sind, daß unterschiedlichen 30 Elektroden zugeordnete Elektrodenräume nebeneinander liegen und diese durch eine bipolare Membran (10) oder eine bipolare Elektrode (10) von-

10

15

20

35

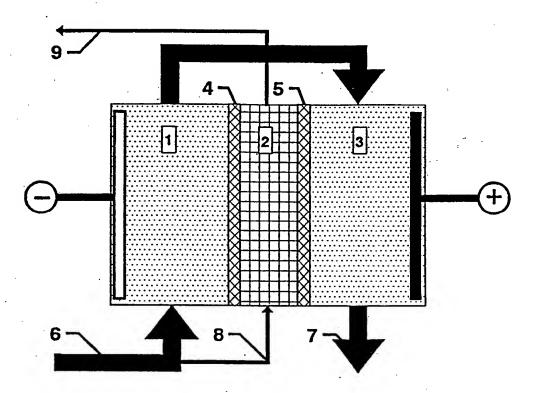
einander getrennt sind.

- 4. Mehrfachelektrolysezelle, bestehend aus einer beliebigen Kombination von Zellen gemäß Anspruch 2 und 3.
- 5. Mindestens 2, in beliebiger Kombination in Serie hintereinander geschaltete Einfach- oder Mehrfachelektrolysezellen nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
- 6. Elektrolysezellen nach Anspruch 5, die so geschaltet sind, daß die Solezuführung (8) im Hinblick auf die miteinander kombinierten Elektrolysezellen im Gegenstrom zu der durch Ionenaustausch zu behandelnden Lösung erfolgt.
- 7. Einfach- und/oder Mehrfachelektrolysezelle(n)
  nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
  d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
  daß die Solezuführung (8) vom Zulauf für die
  durch Ionenaustausch zu behandelnde Lösung (6)
  abzweigt.
- 8. Einfach- und/oder Mehrfachelektrolysezelle(n)
  nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
  dad urch gekennzeichnet,
  daß die den Solestrom führenden Soleräume (2) mit
  netzartigem Spacer und/oder mit Ionenaustauscherharz gefüllt sind.
  - 9. Einfach- und/oder Mehrfachelektrolysezelle(n)
    nach Anspruch 8,
    d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
    daß das Ionenaustauscherharz Anionenaustauscher-

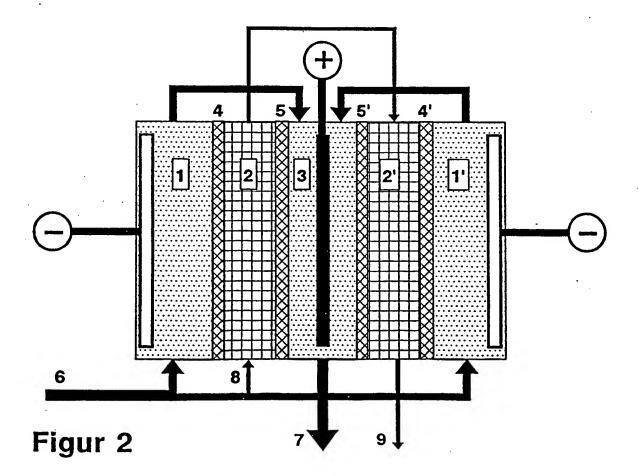
10

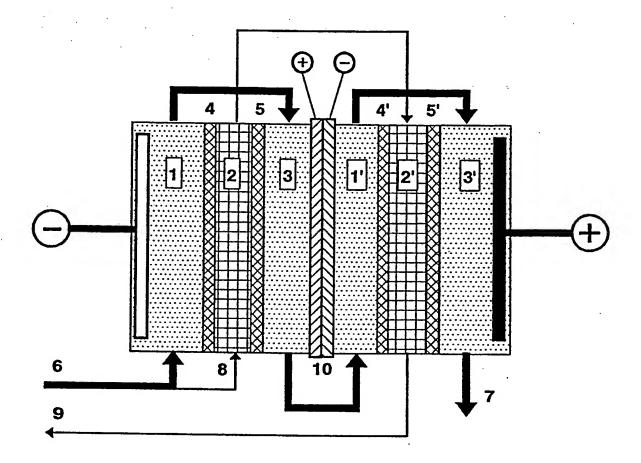
oder Kationenaustauscherharz oder eine Mischung von beiden ist.

10. Einfach- und/oder Mehrfachelektrolysezelle(n)
nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die die Soleräume (2) von den Elektrodenräumen (1, 3) trennenden Membrane (4, 5) Anionenaustauschermembrane (4) und Kationenaustauschermembrane (5) sind.

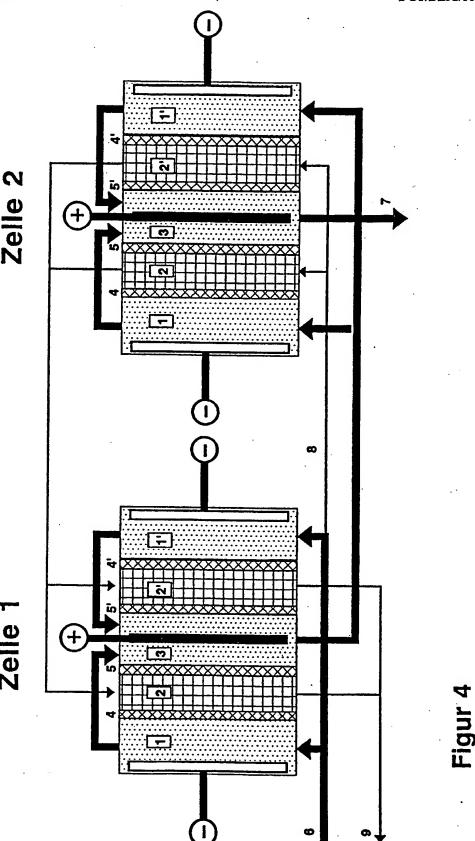


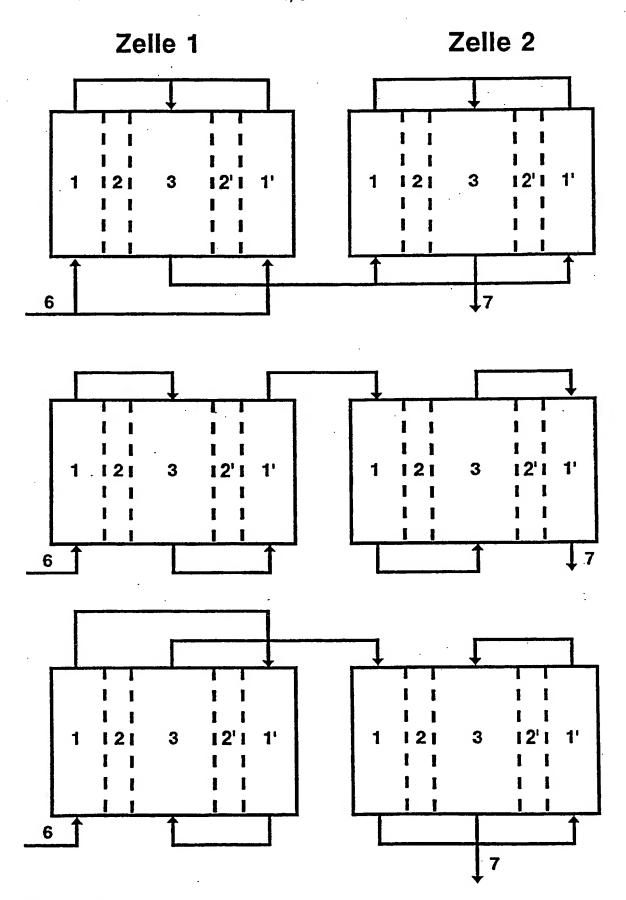
Figur 1



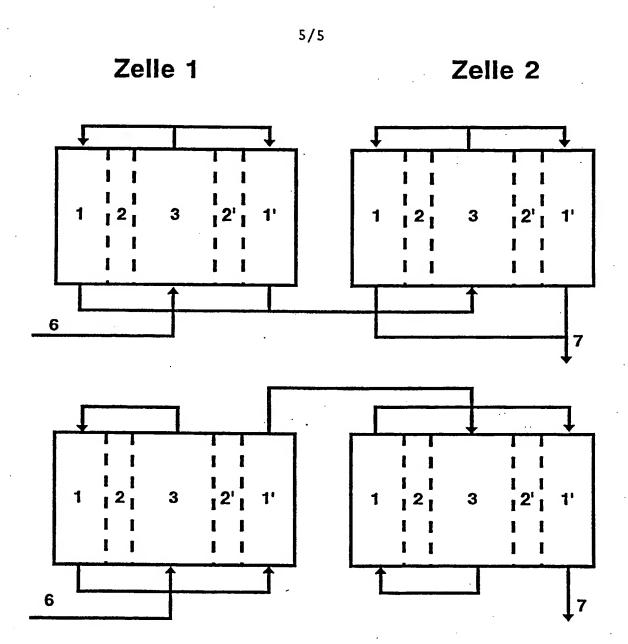


Figur 3





Figur 5



Figur 6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. nal Application No

		1	AC1/DE 32/00030
A. CLASS IPC 6	SIFICATION OF SUBJECT MATTER B01D61/48		
According	to International Potent Classification (IRO)		· ·
	to International Patent Classification (IPC) or to both national classi S SEARCHED	fication and IPC	
Minimum o	documentation searched (classification system followed by classification	tion symbols)	
IPC 6	B01D	,	
	·		
Documenta	tion searched other than minimum documentation to the extent that	such documents are inclu	ided in the fields searched
		-	
Electronic	data base consulted during the international search (name of data base	se and, where practical, s	earch terms used)
C. DOCUM	MENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the r	elevant passages	Relevant to claim No.
A	DE-C-967 953 (NEDERLANDSE ORGANIS	SATIE	1
•	VOORTOEGEPAST-NATURWETENSCHAPPEL:	IJĸ	
	ONDER) 19 December 1957 In particular page 2, lines 20-2	)E	
	particular page 2, 11nes 20-2	.5	
A	US-A-2 788 319 (R. G. PEARSON) 9	April	1
	1957	_	
	In particular example, columns 6	5–7	·
A .	FR-A-2 397 861 (THE BABCOCK & WI	LCOX CO)	1
	16 February 1979		
	see the whole document		·
A	WO-A-90 15659 (OLIN CORP.) 27 Dec	cember	1
	1990		
	see the whole document		
	-		
Furt	ther documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family	members are listed in annex.
* Special ca	ategories of cited documents:		
"A" docum	nent defining the general state of the art which is not	or priority date an	hished after the international filing date d not in conflict with the application but the principle or theory underlying the
consid	dered to be of particular relevance document but published on or after the international	invention	
filing		cannot be consider	rular relevance; the claimed invention red novel or cannot be considered to we step when the document is taken alone
which	is cited to establish the publication date of another on or other special reason (as specified)	"Y" document of partic	cular relevance; the claimed invention
"O" docum	nent referring to an oral disclosure, use, exhibition or means	document is comb	red to involve an inventive step when the ined with one or more other such docu- ination being obvious to a person skilled
'P' docum	ent published prior to the international filing date but	in the art.	
	han the priority date claimed		the international coarch percent
·Date of the	actual completion of the international search	Date of maning of	the international search report
4	August 1995		11.08.1995
Name and	mailing address of the ISA	Authorized officer	
J CHAI	European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Riswijk		
	Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Devisme	, F
	- m= ( , a1-10) are ave a	•	•

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

anformation on patent family members

Inter nal Application No PCT/DE 95/00696

Patent document cited in search report	Publication date	on Patent family member(s)		Publication date
DE-C-967953		BE-A- FR-A- GB-A- NL-C-	515515 1066583 733234 74355	08-06-54
US-A-2788319	09-04-57	NONE		
FR-A-2397861	16-02-79	AT-B- BE-A- CA-A- CH-A- DE-A- GB-A- JP-C- JP-A- JP-B-	4148708 368400 868885 1100439 625970 2830972 1603015 1252199 64023082 69027204 68101707 80021 7806439 7808008	10-04-79 11-10-82 03-11-78 05-05-81 30-10-81 25-01-79 18-11-81 26-02-85 21-02-79 04-07-84 17-06-83 12-12-78 24-01-79 25-02-80
WO-A-9015659	27-12-90	AU-A- EP-A- US-A-	5847590 0477267 5254227	08-01-91 01-04-92 19-10-93

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inten sales Aktenzeichen PCT/DE 95/00696

			PU1/UE 95	/00696
A. KLASS IPK 6	SIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES B01D61/48			
Nach der In	nternationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen K	Jassifikation und der IP	PK.	
	ERCHIERTE GEBIETE	•		
Recherchies IPK 6	rter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymb B01D	pole)		
Recherchier	rte aber meht zum Mindestprüßtoff gehörende Veröffentlichungen, s	oweit diese unter die re	cherchierten Gebiete	fallen
Während de	er internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (N	Name der Datenbank u	nd evti. verwendete	Suchbegriffe)
CAISWI	ESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		· ·	
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angab	oe der in Betracht komm	nenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE-C-967 953 (NEDERLANDSE ORGANIS VOORTOEGEPAST-NATURWETENSCHAPPELI ONDER) 19.Dezember 1957 INSBESONDERE SEITE 2, ZEILE 20-25	JK	·	. 1
A	US-A-2 788 319 (R. G. PEARSON) 9. 1957 INSBESONDERE BEISPIEL, SPALTE 6-7			1
A	FR-A-2 397 861 (THE BABCOCK & WIL 16.Februar 1979 siehe das ganze Dokument	.cox co)		·1
A	WO-A-90 15659 (OLIN CORP.) 27.Dez 1990 siehe das ganze Dokument	ember		1
		·	••	
Weite	ere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu	X Siche Anhang	Patentfamilie	
'A' Veröffe aber ni	Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : entlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, icht als besonders bedeutsam anzusehen ist Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen	oder dem Prioritäts Anmeldung nicht k	sdatum veröffentlich sollidiert, sondern m eliegenden Prinzips	ninternationalen Anmeldedatum t worden ist und mit der ur zumVerständnis des der oder der ihr zugrundeliegenden
L' Veröffet	dedatum veröffentlicht worden ist	"X" Veröffentlichung vo kann allein aufgrun erfinderischer Tätig	on besonderer Bedet nd dieser Veröffentli gkeit beruhend betra	
ausgefü	er die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie librt) intichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung.	kann nicht als auf e werden, wenn die \	erfinderischer Tätigi Veröffentlichung mit	itung, die beanspruchte Erfindung seit beruhend betrachtet t einer oder mehreren anderen Verbindung gebracht wird und
'P' Veroffe	chutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht nilichung, die vor dem internationalen Anmeldetatum, aber nach		ur einen Fachmann	naheliegend ist
Datum des A	Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des	internationalen Rec	cherchenberichts
4.	.August 1995	1	1.08.1995	
Name und P	Postanschrist der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2	Bevolimächtigter B	lediensteter	
	NL - 2280 HV Rijswijk Td. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Devisme	e, F	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur seiben Patentfamilie gehören

Inte, males Aktenzeichen
PCT/DE 95/00696

Im Recherchenbericht ngeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE-C-967953		BE-A- FR-A- GB-A- NL-C-	515515 1066583 733234 74355	08-06-54
US-A-2788319	09-04-57	KEINE		
FR-A-2397861	16-02-79	US-A- AT-B- BE-A- CA-A- CH-A- DE-A- JP-C- JP-A- JP-B- JP-A- LU-A- NL-A- SE-A-	4148708 368400 868885 1100439 625970 2830972 1603015 1252199 54023082 59027204 58101707 80021 7806439 7808008	10-04-79 11-10-82 03-11-78 05-05-81 30-10-81 25-01-79 18-11-81 26-02-85 21-02-79 04-07-84 17-06-83 12-12-78 24-01-79 25-02-80
WO-A-9015659	27-12-90	AU-A- EP-A- US-A-	5847590 0477267 5254227	08-01-91 01-04-92 19-10-93